

## OPHTHALMOLOGICAL EQUIPMENT

Patent Number: JP6327634  
Publication date: 1994-11-29  
Inventor(s): SATO MASARU; others: 01  
Applicant(s):: TOPCON CORP  
Requested Patent: ☐ JP6327634  
Application Number: JP19930115776 19930518  
Priority Number(s):  
IPC Classification: A61B3/12  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

**PURPOSE:**To prevent an ophthalmological equipment capable of photographing a corneal endothelial cell and measuring the thickness of the cornea by a single equipment and lightening the burden on both an examiner and examinee.

**CONSTITUTION:**This equipment comprises: a lighting optical system 28 for irradiating the cornea C of an eye E to be examined with the lighting from a lighting sources 30, 32, an observation photographing optical system 29 for receiving the lighting reflected from the cornea C to observe and photograph the image on the cornea C; and an operation circuit for receiving the reflected light from the surface and the back of the cornea and for measuring the thickness of the cornea based on the distance between the two reflected lights.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-327634

(43) 公開日 平成6年(1994)11月29日

(51) Int.Cl.<sup>3</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 6 1 B 3/12

A 6 1 B 3/12

D

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平5-115776

(22) 出願日 平成5年(1993)5月18日

(71) 出願人 000220343

株式会社トプコン

東京都板橋区蓮沼町75番1号

(72) 発明者 佐藤 勝

東京都板橋区蓮沼町75番1号株式会社トプ  
コン内

(72) 発明者 森本 章夫

東京都板橋区蓮沼町75番1号株式会社トプ  
コン内

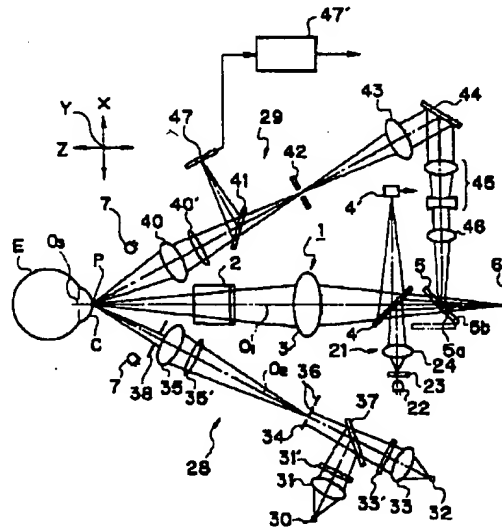
(74) 代理人 弁理士 西脇 民雄

(54) 【発明の名称】 眼科装置

(57) 【要約】

【目的】 単一の装置で角膜内皮細胞の撮影と角膜厚さの測定とを実行することができ、しかも、検査、被検査者にかかる負担が小さい眼科装置の提供を目的とする。

【構成】 照明光源30、32からの照明光を被検眼Eの角膜Cに向けて斜めから照射する照明光学系28と、角膜Cから反射された照明光を受光し、角膜Cの像を観察撮影する観察撮影光学系29と、角膜Cの表面および裏面から反射された反射光を受光し、2つの反射光の間隔に基づいて角膜の厚さを測定する演算回路53とを備えることを特徴とする眼科装置。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 照明光源からの照明光を被検眼の角膜に向けて斜めから照射する照明光学系と、

前記被検眼からの反射光を受光し、角膜内皮細胞の像を含めて前記角膜の像を観察撮影する観察撮影光学系と、前記被検眼からの反射光を受光し、前記角膜の厚さを測定する測定手段とを備えることを特徴とする眼科装置。

【請求項2】 前記測定手段は、前記照明光学系から発して前記角膜の表面および裏面から反射された反射光を受光し、2つの反射光の間隔に基づいて角膜の厚さを測定する測定手段とを備えることを特徴とする請求項1に記載の眼科装置。

【請求項3】 前記観察撮影光学系は、装置と被検眼と前後方向のアライメント状態を検知する微小光電素子列からなる光電変換素子を有し、前記測定手段は、前記光電変換素子から出力される信号のうち、前記角膜の表面及び裏面から反射された反射光束に対応する光電変換信号に基づいて角膜厚さを測定することを特徴とする請求項2に記載の眼科装置。

【請求項4】 前記照明光学系の光軸と前記観察撮影光学系の光軸とは、前記被検眼の前眼部を観察する前眼部観察光学系の光軸に対して対称に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の眼科装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、被検眼の角膜内皮細胞の撮影と角膜厚さの測定との両機能を有する眼科装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から、角膜内皮細胞の撮影と角膜厚さの測定との両機能を有する装置としては、被検眼の角膜表面にコーンレンズを接触させて撮影、測定する接触式のものが開発されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の撮影測定装置は、被検眼の角膜表面にコーンレンズを接触させて撮影し、あるいは測定するため、被検者の目に点眼麻酔をしなければならず、また、角膜表面に損傷を与えかねず、さらに、感染の危険性を避けるためにコーンレンズの消毒を必要とし手間がかかるため、検者、被検者ともに負担が多い。

【0004】

【発明の目的】 この発明は、上述した従来技術の課題に鑑みてなされたものであり、単一の装置で角膜内皮細胞の撮影と角膜厚さの測定とを実行することができ、しかも、検者、被検者にかかる負担が小さい眼科装置の提供を目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 この発明は、上記の目的を達成させるため、照明光源からの照明光を被検眼の角

2

膜に向けて斜めから照射する照明光学系と、被検眼からの反射光を受光し、角膜内皮細胞の像を含めて角膜の像を観察撮影する観察撮影光学系と、被検眼からの反射光を受光し、角膜の厚さを測定する測定手段とを備えることを特徴とする。

【0006】

【実施例】 以下、この発明にかかる角膜内皮細胞撮影及び角膜厚さ測定装置の一実施例を図1～図12に基づいて説明する。

【0007】 図1及び図2は、角膜内皮細胞撮影及び角膜厚さ測定装置の光学系を示す。被検眼Eの前眼部を観察する前眼部観察光学系1は、ハーフミラー2、対物レンズ3、ハーフミラー4、光路切り換えミラー5、CCD(撮像素子)6から大略構成され、O1はその光軸である。

【0008】 光路切り換えミラー5は、一方側が透光面5a、他方側が全反射面5bとされ、前眼部を観察する際には、図中二点鎖線で示したように光路から退避される。

【0009】 ハーフミラー2は、図2に示されるアライメント指標光投影光学系8、及び固視標光投影光学系14からの光束を被検眼に導くために設けられている。

【0010】 アライメント指標光投影光学系8は、赤外光を発するアライメント用光源9、ピンホール板10、このピンホール板10に焦点を一致させるように配置された投影レンズ11、ハーフミラー12を有する。光源9から発してピンホール板10を透過したアライメント指標光Kは、投影レンズ11により平行光束とされ、ハーフミラー2で反射された後、図3に示すように、角膜頂点Pと角膜曲率中心O3との間の中間位置に輝点像Rを形成するようにしてその表面Tで反射される。

【0011】 角膜Cからの反射光束は、ハーフミラー2を介して対物レンズ3を介してハーフミラー4に導かれ、その一部がハーフミラー4によって反射され、受光手段としてのアライメント検出センサ4'に導かれる。アライメント検出センサ4'には、例えばPSD(Position Sensitive Device)のような位置検出可能なセンサが用いられる。

【0012】 また、ハーフミラー4を挟んでアライメント検出センサ4'に対向する位置には、アライメントパターン投影光学系21が設けられている。アライメントパターン投影光学系21は、アライメントパターン用光源22、アライメントパターン板23、投影レンズ24から構成されている。アライメントパターン板23には円環状パターンが形成されており、このパターン板を透過したパターン形成光束の一部は、ハーフミラー4によって反射され、CCD6に達する。

【0013】 一方、固視標光投影光学系14は、固視標用光源17と、この光源17から発した固視標光を被検眼に投影する投影レンズ11とから構成されている。固

3

視標用光源17は、この例では図4に示すように複数の発光ダイオード18, 18, ...が放射状に配列して構成されており、任意の箇所の発光ダイオードを選択的に点灯させることにより、被検者の視線方向を変化させることができる。

【0014】なお、固視標用光源としては、図5(a)に示すように発光ダイオードを二次元に正方配列して構成してもよいし、図5(b)に示すように発光ダイオードを同心円状に配列して構成してもよい。また、図5(c)に示すように単一の発光ダイオードを移動可能に設けて構成してもよい。

【0015】前眼部照明光源7によって照明された被検眼Eの前眼部の像は、対物レンズ3を介してCCD6上に形成される。また、CCD6には、ハーフミラー4を透過したアライメント指標光、ハーフミラー4で反射されたアライメントパターン投影光学系21からのアライメントパターン光も到達する。CCD6からの画像信号を受けたモニター装置25には、図6に示したように被検眼Eの角膜C、瞳孔Puを含む前眼部像26、パターン光による円環状パターン像27、アライメント指標光による輝点像R'が形成される。

【0016】前眼部観察光学系1の両側には、図1に示すように照明光学系28と観察撮影光学系29とが設けられている。照明光学系28は被検眼Eの角膜Cに向けて斜め方向から照明光束を照射する。照明光学系28は、ハロゲンランプを用いた観察用照明光源30、集光レンズ31、赤外フィルター31'、キセノンランプを用いた撮影用照明光源32、集光レンズ33、波長選択フィルター33'、ダイクロイックミラー37、スリット板34、投光レンズ35、光路長補正用の凸レンズ35'、開口絞り38を有する。観察用照明光源30には、ハロゲンランプの代わりに赤外LEDを用いてもよい。この場合には、赤外フィルター31'を省くことができる。

【0017】観察用照明光源30から出射して集光レンズ31により集光され、赤外フィルター31'を透過した赤外光は、ダイクロイックミラー37によって反射されスリット板34に導かれる。撮影時には撮影用照明光源32から発した光束も、集光レンズ33により集光され、角膜内皮細胞像のコントラストを上げるための波長選択フィルター33'を介してダイクロイックミラー37を透過し、スリット板34に導かれる。スリット36を通過した光束は、投光レンズ35、スリット36と同方向の開口絞り38を通り角膜Cに導かれ、角膜Cをその表面Tから内部に向かって横切ろうと照明する。

【0018】スリット板34には、Y方向に細長い角膜内皮細胞撮影用の幅の広いものと角膜厚さ測定用の幅の狭いスリット36が設けられており、光束中に選択的に挿入できるように切り換え可能となっている。スリット板34の代わりに、スリット幅を連続的に変化させること

4

ができる可変スリットを用いてもよい。

【0019】なお、この実施例では、波長の長い赤外光を使用する観察時に凸レンズ35'を光路中に挿入し、波長の短い可視光を使用する撮影時にこれを光路から離脱させることにより、いずれの光源を用いたときにも被検眼E側での光束の集光位置が変化しないよう構成している。光路長補正部材としては、他に平行平板あるいは凹レンズを用いることもできる。この場合には、撮影時に平行平板等を挿入し、観察時に離脱させるよう構成すればよい。

【0020】観察撮影光学系29は、対物レンズ40、光路長補正用の凸レンズ40'、ハーフミラー41、マスク42、リレーレンズ43、ミラー44、変倍レンズ45、合焦レンズ46、光路切り換えミラー5から構成されている。角膜内皮細胞の観察、撮影時には、光路切り換えミラー5が図1の実線で示されるように光路内に挿入される。なお、凸レンズ40'の機能は、照明光学系28における凸レンズ35'と同一であり、使用波長に応じて光路に挿入され、あるいは離脱される。

【0021】図7は、照明光学系28により投光されたスリット光束Lの角膜Cにおける反射の様子を示す。スリット光束Lの一部は空気と角膜Cとの境界面である角膜表面Tにおいてまず反射される。その角膜表面Tからの反射光束L'の光量が最も多い。角膜内皮細胞Nからの反射光束N'の光量は相対的に小さく、角膜実質Mからの反射光束M'の光量が最も小さい。

【0022】角膜Cからの反射光束は、対物レンズ40により集光されてハーフミラー41に導かれる。ハーフミラー41を通過した反射光束は、マスク42の位置で一旦結像する。マスク42は、角膜内皮細胞像を形成する以外の余分の反射光束を遮光する。マスク42を通過した反射光束は、リレーレンズ43、ミラー44、変倍レンズ45、合焦レンズ46を介して光路切り換えミラー5で反射され、CCD6上に角膜内皮細胞の像を高倍率で形成する。

【0023】モニター装置25には、角膜内皮細胞像48が図8に示すように表示される。図8において、破線で示す49はマスク42によって遮光されないとしたら角膜表面Tからの反射光束L'により形成される光像であり、50は角膜実質Mからの反射光束M'による光像である。また、図8の斜線部分はマスク42によって遮光された部分である。

【0024】ハーフミラー41により反射された反射光束は、結像位置のマスク42と共役の位置にある合焦状態検知センサとしてのラインセンサ47に導かれる。ラインセンサ47は、角膜Cの断面方向に対して図9(ロ)に示すように配置されており、反射光束の強度分布は図9(イ)に示すようなものとなる。図9(イ)において、符号Uは角膜Cの表面Tにおいて反射された反射光束L'によるピーク部である。符号Vは角膜Cの内皮細胞部分

5

Nにおいて反射された反射光束N'によるピーク部である。そのピーク部Uは光像49に対応し、ピーク部Vは光像48に対応する。なお、ピーク部の検出とピーク部の中心検出には公知の手段を用いる。

【0025】ラインセンサ47の出力は、図1に示すように判断回路47'に入力される。判断回路47'は図9(イ)に示すような、ピーク部U部及びピーク部Vの信号を記憶し、演算処理をすることにより角膜内皮細胞部分からの反射光のピーク部Vの中心番地V'を判断すると共に、この番地V'がラインセンサ47の所定番地Q

に一致するか否かを判断する。装置光学系はピーク部Vの中心番地V'が所定番地Qに一致するとき、角膜内皮細胞に焦点が合うように設定されている。

【0026】角膜厚さ測定の際は、角膜厚さ測定用の幅の狭いスリット光により角膜を照明する。このときラインセンサ47上の反射光束の強度分布は、図9(ハ)に示すようにスリット幅に比例して上記角膜内皮細胞撮影の時より幅の狭い光量分布となる。前記と同様に演算処理をすることによりピーク部βの中心番地β'とピーク部αの中心番地α'を判断すると共に、ピーク部βの中心番地β'がラインセンサ47の許容範囲所定番地Qに入ったとき、ピーク部βの中心番地β'とピーク部αの中心番地α'の間隔Wを演算処理し記憶する。

【0027】このときスリット幅を狭くすることは、ピーク部βおよびピーク部αの幅が狭くなると共に、角膜実質Mからの反射光束による光像50に相当する部分の光量W'が少なくなり、中心番地(β', α')および間隔Wの精度向上が図れる。

【0028】ここで、間隔Wは、図10の概略図で示す角膜位置において、照明光学系28の光軸O2が角膜Cの表面Tと交差する点aから、観察撮影光学系29の光軸O4に下ろした垂線の交点dまでの距離に相当する。角膜の厚さは頂点Pと点bとの間隔であるため、装置の光軸角θとラインセンサ47の位置の像倍率及び角膜の表面曲率を与えることで角膜厚さを演算できる。このとき、角膜の表面曲率は、各々の被検眼角膜の値を入れるようにしてもよいし、標準表面曲率を用いてもよい。なお、上記説明は角膜Cと空気の屈折率の相違を無視したものであり、実際は屈折率を考慮し補正を加え角膜厚さを演算する。

【0029】角膜厚さ測定の精度向上のために、複数回測定して平均演算するようにしてもよく、また、アライメント許容範囲を角膜内皮細胞撮影のときより狭く設定してもよい。

【0030】このように、実施例の装置によれば、角膜内皮細胞観察撮影のために設けられた合焦検出センサとしてのラインセンサ47の出力を角膜厚さの測定にも兼用することができ、それぞれ別個の光学系を設けることと比較すると、構成が簡略となり、機能の増加に伴うコストの増加を小さく抑えることができる。

6

【0031】図11は、実施例の装置の制御系を示すブロック図である。この例では、ラインセンサ47、判断回路47'、制御回路51、演算回路53が被検眼からの反射光を受光し、角膜の厚さを測定する測定手段を構成している。

【0032】判断回路47'には、ラインセンサ47から出力される装置の被検眼に対するZ方向(前後)の位置を示す信号と、アライメント検出センサ4'から出力されるXY方向(上下、左右)の位置を示す信号とが入力されると共に、角膜内皮細胞の撮影と角膜厚さの測定とのモードを切り換えるモード切換スイッチ52からの選択信号が入力される。

【0033】判断回路47'は、モード切換スイッチ52からの選択信号に応じて、それぞれの撮影、測定に適した幅のスリット36が選択されるようスリット板34を駆動すると共に、制御回路51に信号を出力する。なお、スリット板34を手動で切り換える構成とし、この切換に応じてモードが選択されるように構成してもよい。

【0034】制御回路51は、角膜厚さの測定に関する演算をする演算回路53と、CCD6とを制御する。演算回路53により求められた角膜厚さの値は、プリンター56により出力されると共に、合成回路54によりCCD6の出力と合成され、モニター25に角膜内皮細胞の像と重ね合わせて表示される。モニター25の表示結果は、プリンター56によりプリントアウトできる。

【0035】また、撮影された角膜内皮細胞像、測定された角膜厚さが角膜のどの部位に対応するかを特定するため、被検眼の固視方向を選択した固視標用光源17の点灯している発光ダイオード18の位置情報を、角膜内皮細胞撮影像又は角膜厚さ測定結果と共にプリントアウトできる。

【0036】図12は、上記の装置による撮影、測定の制御を示すフローチャートである。判断回路47'は、アライメント検出センサ4'による位置検出値が上下左右方向のアライメント許容範囲に入り、上記角膜内皮細胞部分からの反射光のピーク部Vの中心番地V'がラインセンサ47の前後方向の許容範囲所定番地Qに入ったとき、選択されたモードに関する情報とラインセンサ47の出力とを制御回路51へ出力する。

【0037】制御回路51は、角膜内皮細胞の撮影が選択されている場合には、光源7、9、17、22を消灯させ、観察用照明光源30を消灯または減光させ、光路長補正用レンズ35'、40'を光路から退避させると共に、光路切換ミラー5を光路中に挿入し、撮影用照明光源32を点灯させてCCD6に対して撮影を指示する。光路切換ミラー5を光路中に挿入すると、モニター装置25の画面が前眼部像画面(図6)から角膜内皮細胞画面(図8)へと切り換えられる。

50 【0038】モード切換スイッチ52により角膜厚さの

7

測定が選択されている場合には、アライメント、合焦動作の終了後、ラインセンサ47からの出力信号に基づいて演算回路53が角膜厚さを測定演算する。

【0039】なお、上記の実施例の装置は、角膜内皮細胞撮影像と角膜厚さ測定とを別々に実行する構成であるが、角膜内皮細胞撮影のときXY方向及びZ方向のアライメントが終了して、光源(7、9、17、22、30)が消灯又は減光する前に、ラインセンサ47の出力を記憶して角膜厚さ測定を行うようにしてもよい。

【0040】この場合には、スリット構造を図13に示すように全光束を透過させる狭いスリット57の両側に、可視光を透過させ、赤外光をカットさせる波長選択フィルター58を設け、アライメント光と観察用の照明光とが狭いスリット57を透過し、撮影用の照明光が不透過部分59で区切られた広いスリット60を透過するように構成すればよい。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、角膜内皮細胞の撮影と角膜厚さの測定とを単一の装置で実行することができ、一回のアライメントで角膜内皮細胞の撮影と角膜厚さの測定とを連続して行なうことができる。また、撮影、測定共に被検眼に対して非接触で実行することができる。したがって、検者、被検者にかかる負担を共に軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例にかかる眼科装置の前眼部観察光学系、照明光学系、観察撮影光学系を示す光学系の説明図である。

【図2】 実施例の装置のアライメント指標光投影光学系、固視標投影光学系を示す説明図である。

【図3】 角膜におけるアライメント指標光束の反射状態を示す図である。

【図4】 固視標用光源の構成を示す説明図である。

【図5】 固視標用光源の変形例を示す説明図である。

8

【図6】 前眼部像の表示状態を示す説明図である。

【図7】 角膜におけるスリット光束の反射状態を示す図である。

【図8】 角膜内皮細胞像の表示状態を示す図である。

【図9】 角膜内皮細胞像とラインセンサに受光される光量との対応関係を示す図である。

【図10】 反射光により角膜厚さを求める原理を説明する角膜の拡大図である。

【図11】 実施例にかかる眼科装置の制御系を示すブロック図である。

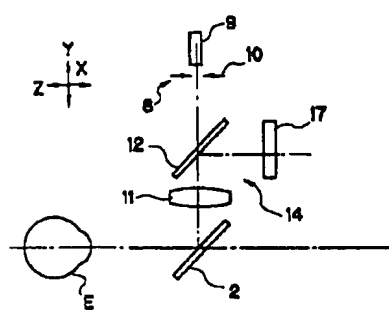
【図12】 実施例にかかる眼科装置の制御を示すフローチャートである。

【図13】 実施例の変形例に用いるのに適したスリットの説明図である。

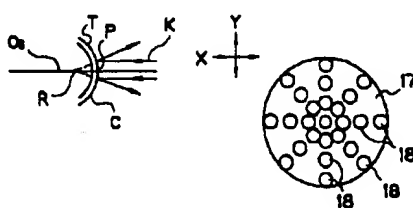
【符号の説明】

- 1…前眼部観察光学系
- 2…ハーフミラー
- 3…対物レンズ
- 6…CCD
- 7…前眼部照明光源
- 8…アライメント指標光投影光学系
- 9…アライメント用光源
- 4…アライメント検出センサ
- 5…光路切換ミラー
- 21…アライメントパターン投影光学系
- 28…照明光学系
- 29…観察撮影光学系
- 30…観察用照明光源
- 32…撮影用照明光源
- 36…スリット
- 37…ダイクロイックミラー
- 47…ラインセンサ
- 47'…判断回路

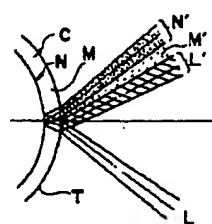
【図2】



【図3】

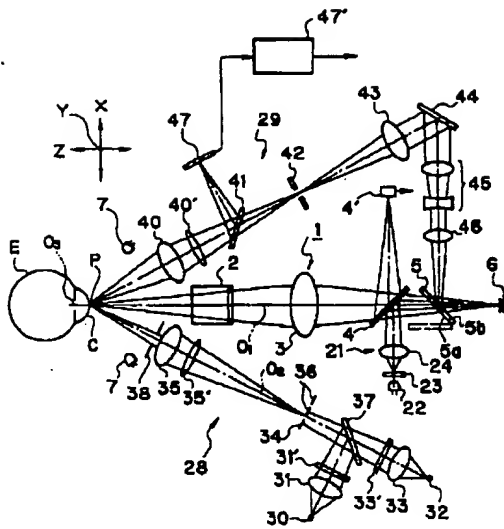


【図4】

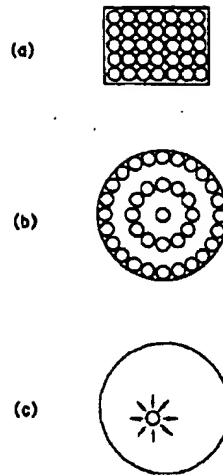


【図7】

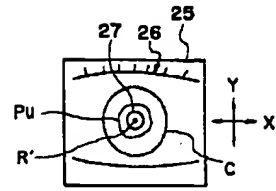
【圖1】



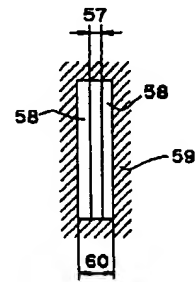
【圖5】



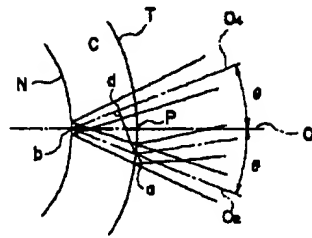
【圖6】



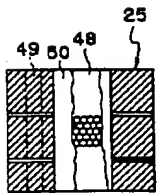
【圖13】



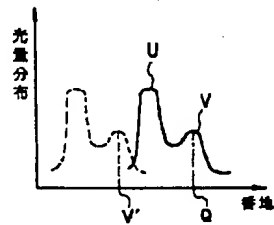
【圖10】



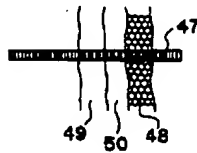
【圖8】



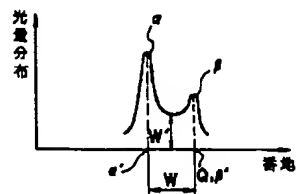
【圖9】



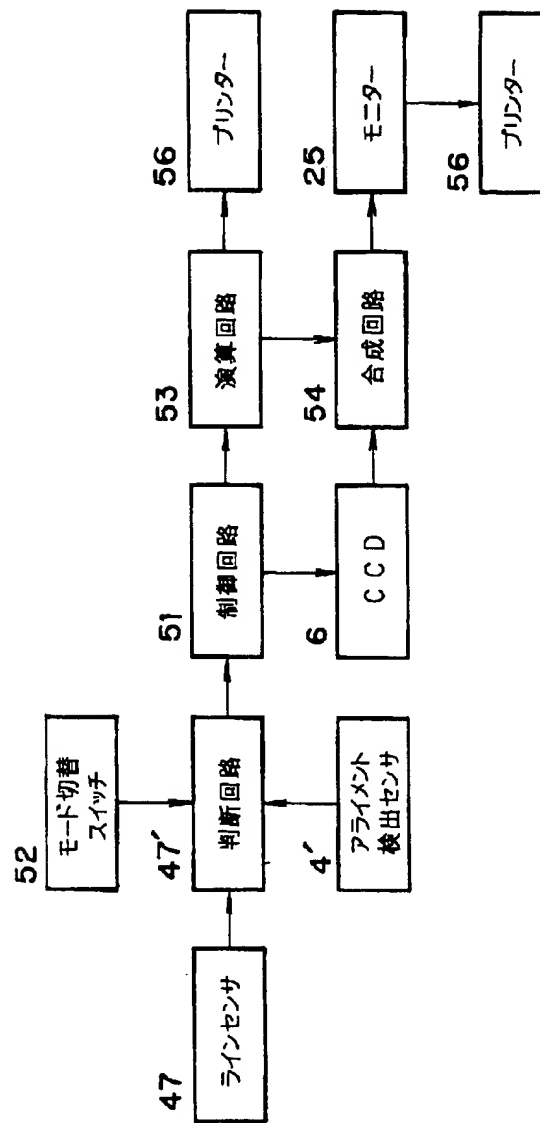
(口)



(ハ)



【図11】





【図12】

